

THEORY OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Topic 12: External characteristics of ICE.

12-Mavzu: IYODlarning tavsifnomalari.

Reja:

1. Dvigatellarni qurilmada sinash va sinash uchun davlat standartlari.
2. Dvigatellarning sozlash va asosiy tavsifnomalari.
3. Aralashmaning tarkibi bo'yicha karbyuratorli va yonilg'i berish bo'yicha dizel dvigatellarning sozlash tavsifnomalari.
4. Uchqun berilishining ilgarilash burchagi karbyuratorli va yonilg'i purkashning ilgarilash burchagi bo'yicha dizel dvigatellarining sozlash tavsifnomalari.
5. Karbyuratorli va dizel dvigatellarining tezlik tavsifnomalari.
6. Avtomobil dizel dvigatelining rostlagichli tavsifnomasi.

Tayanch so'z va iboralar: *dvigatel tavsifnomalari, dvigatelni tormozlash, samarali quvvat, solishtirma yonilg'i sarfi, dvigatelni soatli sarfi.*

1. Dvigatellarni qurilmada sinash va sinash uchun davlat standartlari

Avtomobil ishlatilganda dvigatelning quvvati kuch uzatmasidagi ishqalanishlarni, yo'l va havo qarshiliklarini, qiyalik qarshiliklarini, joyidan qo'zg'alayotganda, yurishi tezlashayotganda, yo'l to'siqlardan o'tayotganda paydo bo'ladigan qo'shimcha qarshiliklarni yengishga sarf bo'ladi. Shuning uchun avtomobil dvigateli ortiqcha quvvatga ega bo'lishi va tejamli ishlashi kerak. Avtomobil dvigatellarini turli xil sharoitlarda ishlashga yaroqliligini va uning barcha sifatlarini belgilovchi tavsifnomalar asosida tanlanadi [1].

Tavsifnomalarni dvigatelning o'zgaruvchan yuklanishda, tezlik maromida, o'zgaruvchan ilgarilatish burchaklari va yonilg'i tarkiblari bo'yicha maxsus sinov qurilmalari yordamida olinadi.

Dvigatelni tavsifnomalari yordamida dvigatelni asosiy ko'rsatkichlari (N_e , N_e , G_{yo} , g_e) olinadi.

Dvigatelni sinash uch xilda bo'ladi: nazorat uchun sinash, na'munaviy sinash va maxsus sinash (tadqiqotlar uchun).

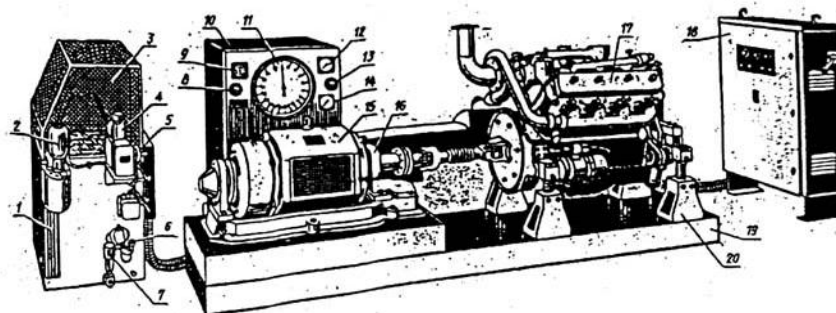
Birinchi turdagi sinash dvigatelni ma'lum vaqt ishlatilgandan keyin yoki dvigatelni ta'miridan keyin o'tkaziladi. Ikkinchi turdagi sinash dvigatelni iqtisodiy ko'rsatkichlarini aniqlash; dvigatel ish jarayonlarini borishini tekshirish hamda konstruktsiyalarni takomillashtirish va yaxshilash maqsadida o'tkaziladi.

Uchinchi turdagi sinash dvigatel yonilg'isi, moyini boshqasiga almashtirishda, qismlarni mexanik yoki issiqlikda qayta ishlaganda ularning yeyilishga chidamligini o'rganish maqsadida o'tkaziladi [1].

Nazorat sinovida dvigatelning mexanizm va tizimlarini ishi sozlanadi va ma`lum ish maomida dvigatlning maksimal (N_e) quvvati, solishtirma yonilg`i g_e sarfi aniqlanadi. Bu ko`rsatkichlar texnik talablarga mos kelishi lozim.

Ikkinchi turdagi sinovda dvigatelning sozlash va tashqi tavsifnomalari olinadi. Dvigatelni stenada maxsus GOST 18508-80, GOST 14846-81 standartlari asosida sinaladi.

Dvigatelni sinash qurilmalari mexanik, gidravlik va elektrik bo`ladi. Xozirgi vaqtda avtotraktor dvigatellarini sinashda elektrli tormozlash qurilmasi ishlatiladi (1-rasm).



1-rasm, a) Elektrli sinash tormozlash qurilmasi: 1-suyuqlik reostati, 2-elekt nasos, elektrodlar, 4-bajaruvchi mexanizm, 5-qo`lda aylantirish qulog`i, 6-aralashma haroratini avtomatik sozlagich, 7-haroratni avtomatik rostlagich, 8-moylash tizimini harorat o`lchagichi, 9-elekt taxometr, 10-asboblar shkafi, 11-tormoz shkalasi, 12-moylash tizimining manometri, 13-sovitish tizimini harorat o`lchagichi, 14-manometr, 15-muvozanatlash mashinasi, 16-reduktor, 17-sinaladigan dvigatel, 18-qurilmani boshqarish qutisi, 19-plita, 20-vintl ustun.

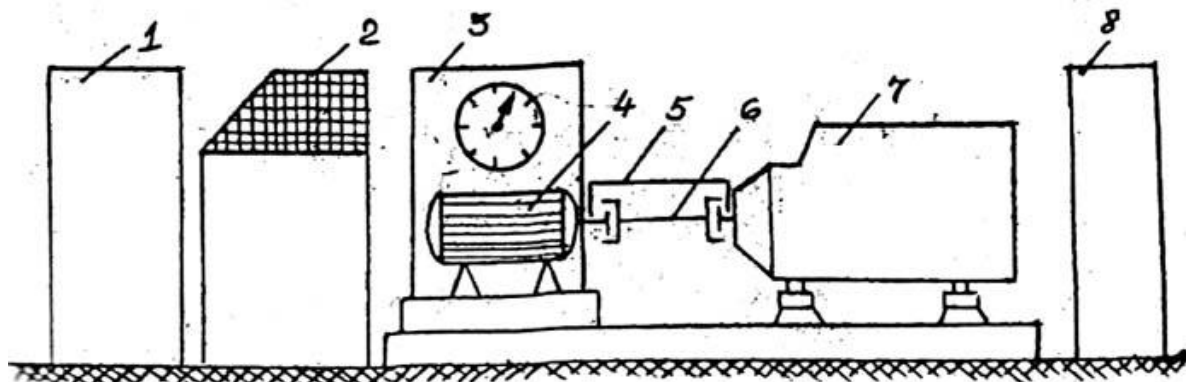
Elektrli sinash-tormozlash qurilmasining chizmasi 13.1-rasm, b) da keltirilgan.

Elektrli tormozlash qurilmasi generator, kuch o`lchash mexanizmi, reostat va boshqarish qutisidan tuzilgan.

Dvigatelni qurilmada sinash natijasida o`lchangan ko`rsatkichlar asosida dvigatelning asosiy ko`rsatkichlari aniqlanadi [1]:

Dvigatelning samaradorli quvvati

$$N_e \text{ q } 0,7353 \cdot 10^{-3} \cdot r_t \cdot n \cdot \text{kVt.} \quad (13.1)$$



2-rasm, b) elektrli sinash-tormozlash qurilmasining chizmasi.

Bu yerda, r_t -o`lchash mexanizmi ko`rsatgan dvigatelni tormozlash kuchi kg;

n-dvigatel tormozlanayotgan paytdagi tirsakli vning aylanishlar soni, aylG`min.

Dvigatelning burovchi momenti

$$M_e = 9550 \frac{N_e}{n}, \text{H.M}; \quad (13,2)$$

Soatli yoqilg`i sarfi

$$G_e = 3,6 \frac{\Delta G_{max}}{\Delta t_{max}}, \text{kgz / coam}; \quad (13,3)$$

Bu yerda ΔG_{taj} -tajribada sarflangan yoqilg`i, kg;

Δt_{taj} -tajriba o`tkazilgan vaqt, soat;

Solishtirma yoqilg`i sarfi

$$g_e = \frac{10^3 \cdot G_e}{N_e}, \text{z/(kgmcoam)}. \quad (13,4)$$

Bu ko`rsatkichlar karbyuratorli va dizel dvigatellarda aralashma tarkibi yoki yonilg`i berish, uchqun yoki yoqilg`i berishning ilgarilash burchagi, tirsakli valning aylanishlar soni va dvigatelning yuklanishiga qarab o`zgarib turadi. Bu o`zgarishlarni tavsifnomalar qurish natijasida aniqlab olinadi.

MC

Ta`mirlangan IYoDni tirkamada tortib, yo`lda sinalyapti, bu to`g`rimi yoki noto`g`rimi?

2. Dvigatellarning sozlash va asosiy tavsifnomalari.

Yuqoridagi keltirilgan GOST larga asosan o`tkaziladigan qisqa muddatli sinovlar paytida dvigatelning quyidagi tavsifnomalari olinadi [2];

1. Yonilg`i sarfi va yonilg`i purkash boshlanishining ilgarilash burchagi bo`yicha (dizellar) yoki aralashma tarkibi hamda uchqun berilishini ilgarilash burchagi bo`yicha (karbyuratorli dvigatellar) sozlash tavsifnomalarini olish bilan dvigatelning optimal sozlash ko`rsatkichlari tanlanadi;

2. Tezlik va yuklanishning o`zgarishi bo`yicha tavsifnomalar olish bilan dvigatelning quvvat, iqtisodiy va dinamik ko`rsatkichlari aniqlanadi;

3. Dvigatelning rostlagich tavsifnomasini olish bilan rostlagich ishlashining notekislik darajasi topiladi;

1. Masxus (salt yurish, detonatsiya, shovqin va h.k.) tavsifnomalar olish bilan sinalayotgan dvigatelning boshqa ma`lumotlarini aniqlanadi.

3. Aralashmaning tarkibi bo`yicha karbyuratorli va yoqilg`i berish bo`yicha dizel dvigatellarning sozlash tavsifnomalari.

Aralashma tarkibi bo`yicha karbyuratorli dvigatelning tavsifnomasida aralashmaning tutunsiz yonishini ta`minlaydigan holatni aniqlashga va karbyuratorni shu optimal holatga sozlashga imkon beradi, dvigatelning yoqilg`i tejamkorligini aniqlash mumkin (2-rasm a) [2].

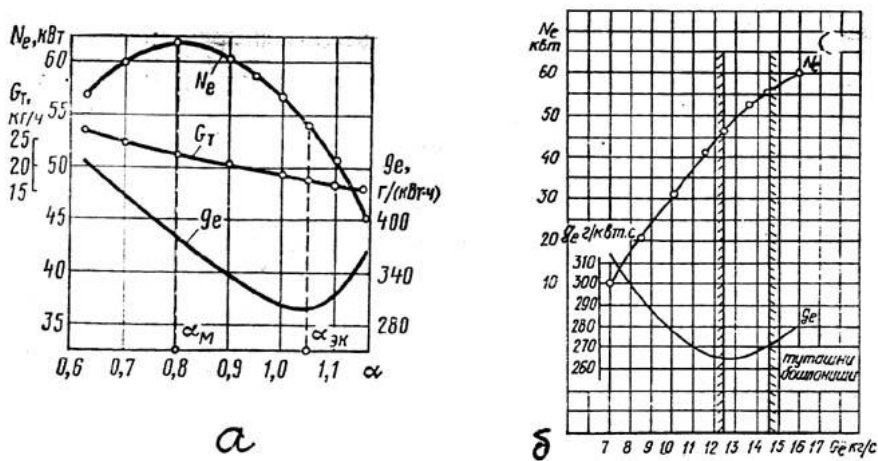
Bu tavsifnomada drossel zaslonkasi to`la ochiq bo`lgan holatda o`zgarmas nominal aylanishlar sonida, yondirishni eng qulay ilgarilash burchagida olinadi, shu

sababli quvvat va tejamkorlik aralashmaning tarkibiga bog`liq holda o`zgaradi.

Bosh jiklyor kesimining kattalashib borishi soatli yoqilg`i sarfi (G_{yo}) ni ko`payishiga va aralashmaning boyib borishiga olib keladi. Dvigatelni $\alpha = 1,05 \dots 1,10$ tarkibga sozlanganda aralshama to`la yonadi va issiqlikning ko`p qismi ishga aylanadi, bu yoqilg`ining solishtirma sarfini ozayishiga olib keladi.

Karbyurator biroz boyroq, havoning ortiqchalik koeffitsentini $\alpha = 0,8$ bo`lgan holatga sozlanganda dvigatel maksimal quvvat hosil qiladi, chunki, aralashmaning bunday tarkibida yoqilg`i tezlik bilan yonib mexanik f.i.k. yuqori bo`ladi. Bu paytda havoning yetishmasligi ($\alpha < 1$) natijasida yonish to`la bo`lmay issiqlikdan foydalanish koeffitsenti kamayadi. Natijada yoqilg`ining solishtirma sarfi ko`tariladi [2].

Shuning uchun karbyurator bosh jiklyorining ignasini, dvigatel maksimal quvvat bera oladigan yoki u eng yuqori tejamkorlik bilan ishlay oladigan holatga sozlanishi kerak.



13-2-rasm. Ichki yonuv dvigatelining sozlash tavsifnomalari.

- Yonilg`i tarkibi bo`yicha karbyuratorli dvigatelning sozlash tavsifnomasi.
- Yoqilg`i nasosi rekasining holatini o`zgarishi bo`yicha dizel dvigatelining sozlash tavsifnomasi.

Silindrga ortiqcha yoqilg`i berilganda dvigatelning tejamkorligi pasayadi. Nasos reykasini siljitib, yoqilg`i sarfini oshirib borishda, dizelning ishlashida ikkita maromni ajratiladi [3].

Birinchi maromda: yoqilg`i sarfi tejamli bo`ladi, yoqilg`i to`la yonib chiqib ketayotgan gaz to`tunsiz bo`ladi, lekin dvigatel bu maromda maksimal quvvat hosil qilmaydi, ortiqchalik koeffitsenti $\alpha_{q1,4} \dots 1,6$ oraliqda bo`ladi.

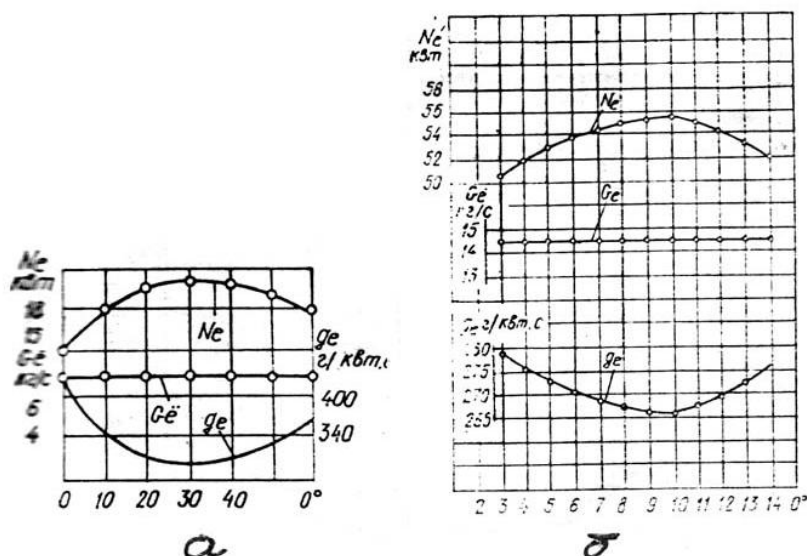
Ikkinchi maromda: dvigatel maksimal quvvat hosil qiladi, bunda, $\alpha_{q1,2}$ ga teng bo`lib, chiqarish trubasidan kuchli to`tun chiqishi kuzatiladi (shtrixlangan chiziq). Kuchli to`tun chiqishi yoqilg`i sarfinig ortganligi, α ni ozayganligi, aralashma hosil bo`lishning yomonlashganligi sababli yonishning to`liq emasligini ko`rsatadi, dvigatelning yoqilg`i tejamkorligi bu paytda yomonlashadi.

Yoqilg`ini chala yonishi natijasida dvigatel qismlari issiqlikdan zo`riqadi, porshen halqalarida qurum hosil bo`ladi, qismlarning yeyilishi ortadi. Shuning uchun

reyka yo`li maksimal quvvat olinadigan chegaradan ertaroq cheklanishi kerak. Dvigatelni sozlash maksimal quvvat va tejamli yoqilg`i sarfi oralig`ida (ikkita shtrixlangan chiziqlar) bo`lishi kerak [3].

4. Uchqun berilishining ilgarilash burchagi bo`yicha, karbyuratorli va yoqilg`i purkashning ilgarilash burchagi bo`yicha dizel dvigatellarning sozlash tavsifnomalari.

Karbyuratorli dvigatelda tirsakli valning nominal aylanishlar sonida va drossel zaslonkasining to`la ochiq holatda turganida uchqun berilishini ilgarilash burchagining o`zgarishi natijasida dvigatel quvvati hamda tejamkorligini o`zgarishini ifodalaydigan tavsifnoma (13.3-rasm a) olinadi.



13.3-rasm. Uchqun berilishning ilgarilash burchagi bo`yicha karbyuratorli va yonilg`i purkashning ilgarilash burchagi bo`yicha dizel dvigatellarning sozlash tavsifnomalari.

a) Karbyuratorli dvigatel; b) Dizel dvigatel.

Uchqun berilishining optimal ilgarilash burchagida dvigatel maksimal quvvat hosil qilib, yuqori yoqilg`i tejamkorligiga ega bo`ladi. Uchqun berilishi optimaldan kichiq bo`lsa (kech uchqun berish), bunda yonish jarayoni silindr hajmi ortayotgan kengayish yo`lida o`tadi. Shu sababli yonish oxirida bosim pasayadi, issiqlikning yo`qotilishi ko`payadi, dvigatel qizib ketadi, dvigatelning quvvati kamayadi, tejamkorlik yomonlashadi. Uchqun berilishi optimaldan katta bo`lsa (erta uchqun berish), yoqilg`ining ko`p qismi porshen yu.ch.n.ga kelguncha silindr hajmi qisqarayotgan siqish yo`lida yonadi. Shu sababli yonishdan hosil bo`lgan energiyaning bir qismi porshenni yu.ch.n. tomon harakatiga bo`lgan qarshilikni yengishga sarflanadi. Erta yonishda gaz harorati va bosimining tez ko`tarilishi detonatsiya hosil bo`lishiga sabab bo`ladi. Erta yonishda yoqilg`i to`la alanganmaydi, issiqlikning yo`qotilishi ortadi, bu indikator f.i.k.ning kamayishiga olib keladi. Uchqunni o`z vaqtidan erta berilishi ham dvigatel quvvatining kamayishiga, solishtirma yoqilg`i sarfining ortib ketishiga olib keladi. Dizel dvigatelida yoqilg`i purkash boshlanishining optimal ilgarilash burchagi bo`yicha sozlash tavsifnomasi 13.4-rasmda keltirilgan. Purkash boshlanishining optimal ilgarilash burchagida dizel maksimal quvvat hosil qilib, eng yuqori tejamkorlikka

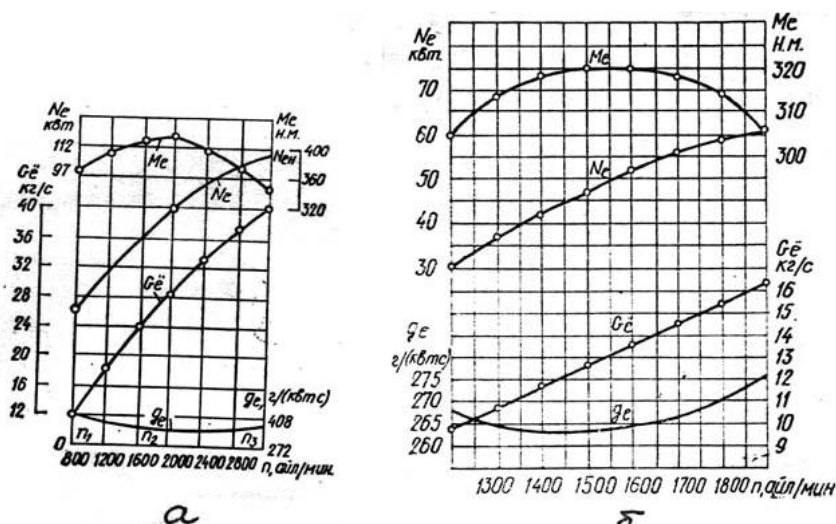
erishadi, tavsifnomani olishda tirsakli valning aylanishlar soni va yoqilg'i nasosi reykasining holati optimal va o'zgarmas bo'ladi. Yoqilg'i o'z vaqtidan kech berilganda (purkashning kechikishi) uning ko'p qismi porshen yu.ch.n.dan o'tgandan keyin silindrga purkaladi. Bu vaqtda yonish jarayonining asosiy qismi-kengayish yo'lida porshen ustidagi bo'shliq hajmi ortayotgan sharoitda o'tadi. Shuning uchun gaz bosimi va harorati kamayadi, issiqlikning yo'qotilishi ortadi, samaradorli quvvat kamayadi, dvigatelning tejamkorligi yomonlashadi. Yoqilg'i silindrga o'z vaqtidan erta berilsa (purkashning ilgarilashi), uning bosimi kichik, harorati past, siqish jarayoni davom etayotgan muhitga purkaladi. Shu sababli o'z-o'zidan alanganishning kechikish davri ortadi, dvigatelning samaradorli va iqtisodiy ko'rsatkichlari yomonlashadi. Bu porshen guruhi qismlarining yeyilishini tezlashtiradi. Shu sababli purkashning ilgarilash burchagi o'zining optimal qiymatiga sozlanishi lozim [4].

5. Karbyuratorli va dizel dvigatellarning tezlik tavsifnomalari.

Dvigatelning samaradorli (N_e)quvvati, burovchi momenti (M_e), soatli yoqilg'i (G_{yo}) sarfi va solishtirma yoqilg'i (g_e)sarfining tirsakli valning aylanishlar soniga nisbatan o'zgarishiga dvigatelning tezlik tavsifnomasi deyiladi. Bu tavsifnomadan foydalanib dvigatel hosil qilgan eng katta quvvat, burovchi moment, eng kichiq solishtirma yoqilg'i sarfi qiymatlari hamda bu ko'rsatkichlarni tayyorlovchi zavod o'rnatgan texnik shartlarga to'g'ri kelish-kelmasligi aniqlanadi.

Karbyuratorli dvigatelning tezlik tavsifnomasi 13.4-rasm a)da keltirilgan.

Bu tavsifnomani olishda drossel zaslonka to'la ochiq holatida va har bir tezlik uchun eng qulay yondirishning ilgarilash burchagida olinadi. Bu burchakni avtomatik boshqarish moslamasi-markazdan qochma va vakuum rostlagich bajaradi [4].



13.4-rasm. Avtomobil ichki yonuv dvigatellarining tezlik tavsifnomalari.

a) Karbyuratorli dvigatel; b) Dizel dvigatel.

Dvigatel katta yuklanishda ishlayotgan paytda tirsakli valning aylanishlar soni (p_1) dan maksimal burovchi moment (M_{emax})hosil bo'ladigan aylanishlar (p_2) soni oralig'ida quvvat to'g'ri chiziqli ko'rinishga ega bo'ladi. Bunday bo'lishiga sabab

aylanishlar sonining ortishi natijasida barcha jarayonlarni davom etish vaqti qisqaradi, to'ldirish va issiqlikdan foydalanish koeffitsientlari kamayadi.

Maksimal burovchi moment to'g'ri kelgan aylanishlar (p_2) sonidan boshlab nominal (N_{en}) quvvatga to'g'ri keladigan aylanishlar (p_3) sonigacha bo'lgan uchastkada samaradorli quvvatning ortishi biroz sekinlashadi. Bunga asosiy sabab, indikator (R_j) bosim kamayadi, mexanik yo'qotishlar ko'payadi.

p_3 zonadan o'tgandan keyin mexanik yo'qotishlarning ortishi, to'ldirish koeffitsientini, jarayonlarni o'tishiga, ajratilgan vaqtning kamayishi va sikll sonining ortishi natijasida M_e, N_e qiymatlari kamayib, G_{yo} va g_e qiymatlari ortib ketib, dvigatelning tejamkorligi yomonlashadi.

Qisqa muddatda yuklanish ortganda uni yengib o'tish qobiliyatini dvigatelning mostlashish koeffitsienti deyiladi va quyidagicha aniqlanadi [4]:

$$K = \frac{M_{emax}}{M_{Nemax}},$$

Bu yerda, M_{emax} -dvigatelning maksimal burovchi momenti, M_{Nemax} - maksimal samaradorli quvvat olingan paytdagi dvigatelning burovchi momenti.

Karbyuratorli dvigatellarda moslashish koeffitsienti $K_{q1,1...1,4}$ oralig'ida bo'ladi.

Tezlik tavsifnomasida yoqilg'ining soatli G_{yo} sarfi to'g'ri chiziqli bo'lib, siyraklanishning ortishi bilan diffuzordagi o'tayotgan aralashma ko'payadi., to'ldirish koeffitsientining kamayishi hisobiga G_{yo} ning ortishi kamayadi.

Dvigatelning tezlik maromi p_2 bilan p_3 oralig'ida cheklangan bo'lishi kerak.

Dizel dvigatelining tezlik tavsifnomasi.

Dizel dvigatellarda tezlik tavsifnomasi yoqilg'i nasosini reyka yo'lining va yoqilg'i purkash burchagining optimal va o'zgaras holatlarida hamda aylanishlar sonini o'zgartirish yo'li bilan olinadi [4].

Dizel dvigatelining tezlik tavsifnomasi 14.4-rasm b)da keltirilgan.

Tavsifnomada M_e chizig'i yotiq bo'ladi. Aylanishlar sonini kamayishi bilan sikllga beriladigan yoqilg'i miqdori kamayadi. Aylanishlar sonini kamayishi bilan burovchi moment deyarli ortmaydi.

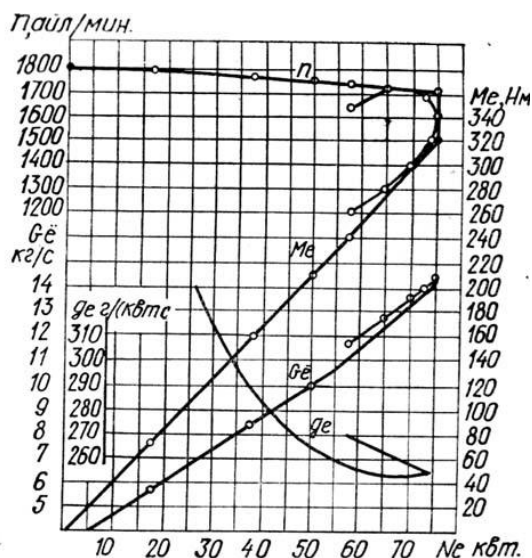
Aylanishlar sonining ortishi bilan yoqilg'ining soatli sarfi ko'payadi. Chunki sikllga beriladigan yoqilg'i miqdori ortadi. Katta aylanishlar sonida plunjer usti bo'shlig'ini yoqilg'i bilan to'ldirib ulgurmaganligi uchun sikllga beriluvchi yoqilg'i kamayadi. Dizellarda burovchi moment chizig'i yotiq bo'lib ularda moslashish koeffitsienti $K_{q1,15}$ dan ortmaydi, bunga sabab, dizellarda yuklanish ortganda aylanish soni kamayadi va yonilg'i nasosining ish unumi pasayadi. Dizellarda moslashish koeffitsientini ko'proq oshirish uchun aylanishlar soni kamayishi bilan sikllga yoqilg'ining ko'proq berilishini ta'minlaydigan maxsus korrektorlovchi moslamadan foydalaniladi. Yuklanish ortishi bilan aylanishlar soni kamayadi, shunda korrektorli moslama ishga tushib, sikllga beriluvchi yoqilg'i massasini ko'paytiradi va burovchi moment chizig'i yuqoriga ko'tarilib burovchi moment ko'payadi. Bu esa o'z navbatida K ning qiymatini 1,2...1,35 gacha ko'payishiga va dvigatelning

dinamik sifatini ancha yaxshilanishiga olib keladi [4].

MC

IYoDning tavsifnomalarsiz dvigatelni foydalanishga berish mumkinmi yoki yo`qmi?

6. Avtomobil dizel dvigateling rostlagichli tavsifnomasi



13.5-rasm. Avtomobil dizel dvigateling rostlagichli tavsifnomasi

amalgama oshiradi. Dizellarda hamma maromli rostlagich ishlatiladi. Soatli yoqilg`i sarfi, solishtirma yoqilg`i sarfi, tirsakli valning aylanishlar soni va burovchi momentning dvigatelning quvvatiga nisbatan rostlagichda o`zgarishini dvigatelning rostlagichli tavsifnomasi deyiladi. Bu tavsifnoma yordamida dvigatelning iqtisodiy va samaradorli ish maromi baholanadi. Dizel dvigatelning rostlagichli tavsifnomasi 5-rasmda keltirilgan [5].

Rostlagich, maksimal burovchi momentni hosil qiluvchi aylanishlar sonining 80% dan yuqoriga ko`tarilishiga yo`l qo`ymaydi, shu asosida burovchi moment, samaradorli quvvat, soatli yoqilg`i sarfini ko`tarilishiga va tirsakli valning aylanishlar sonini hamda solishtirma yoqilg`i sarfini kamayishiga yo`l qo`ymaydi.

Dvigatelning salt yurishidagi tirsakli valning aylanishlar p_s va nominal quvvatdagi aylanishlar p_n sonlarini solishtirish bilan rostlagichning notekislik darajasini aniqlash mumkin [5]:

$$\delta = \frac{n_c - n_p}{n_{ypm}}$$

Bu yerda $p_{urt} = (p_s + p_n)/2$ - tirsakli valning o`rtacha aylanishlar soni. Normal ishlayotgan dvigatelda rostlagichning notekislik darajasi $bq0,06...0,12$ oralig`ida bo`ladi, aks holda rostlagich sozlanishi kerak. Buruvchi moment egri chizig`idagi AV tarmoq tezlik tavsifnomasini, VS tarmoq esa, rostlagich tavsifnomasining bir qismidir. Ushbu tavsifnomadan tirsakli valning nominal

Avtomobil dvigatellari har doim o`zgaruvchan yuklanishda ishlaydi, natijada tirsakli valning aylanishlar soni ham o`zgarib turadi. Tezkorlik maromini faqat rostlagich orqali ta`minlab turiladi. Rostlagich, karbyuratorli dvigatellarda drossel zaslonkasi orqali, dizel dvigatellarda yoqilg`i nasosining reykasini orqali avtomatik ravishda yoqilg`i berishni yuklanishga qarab rostlab turadi. Yuklanish katta bo`lsa, aylanishlar soni kamayib, dvigatel qo`shimcha yoqilg`i berilishini talab qiladi. Yuklanish kamaysa, aylanishlar soni ortadi, bunday maromda yoqilg`i berilishini kamaytirishga to`g`ri keladi. Buni rostlagich sezgir qismlari yordamida

aylanishlar sonidagi samaradorli quvvat, yoqilg`ining soatli va solishtirma sarflarining qiymatlari aniqlanib, ularni tayyorlovchi zavod qo`ygan texnik shartlarga mos tushishi tekshiriladi [6].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. B.Qayumov, J.Mirzaxamdamov. “Issiqlik texnikasi va Ichki yonuv dvigatellari nazariyasi” fanidan o'quv uslubiy majmua. AndMI, 2022.
2. U.Karimov. “Traktor va avtomobil dvigatellari nazariyasi”. Toshkent, Mehnat, 1989.
3. Кодиров С.М. “Автотрактор двигателлари” - Тошкент, “Toshkent Tezkor bosmaxonasi”, 2010. — 572 б.
4. Lukanin V.N. va boshq. (M.Fayziyev va boshq. Tarjimasi). “Ichki yonuv dvigatellari”.-T.: “Turon-Iqbol”, 2007- 608 b.
5. S.M. Kadirov, N.K. Paswan. “Internal combustion engines”. APH Publishing Corporation. New-Delhi-110002.2013.
6. To'layev B. “Ichki yonuv motorlari nazariyasi va dinamika asoslari”. T.: “Fan va texnologiya”, 2010. 294b.